

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 5 F 0 4 1
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 3/18	6 1 2 5 F 0 7 3

審査請求 有 請求項の数28 O L (全 11 頁)

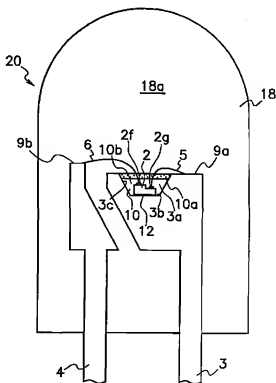
(21) 出願番号	特願平11-160017	(71) 出願人	000106276 サンケン電気株式会社 埼玉県新座市北野3丁目6番3号
(22) 出願日	平成11年6月7日(1999. 6. 7)	(72) 発明者	佐野 武志 埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内
		(74) 代理人	100082049 弁理士 清水 敬一
		Fターム(参考)	5F041 AA14 AA44 CA33 CA40 CA46 DA02 DA07 DA18 DA26 DA44 DA47 DA56 DA58 EE25 5F073 AB16 CA07 CB04 CB05 EA28 EA29 FA15 FA21 FA27 FA29

## (54) 【発明の名称】 半導体発光装置

## (57) 【要約】

【課題】 半導体発光装置の色むらの発生を抑制する。

【解決手段】 基体(3, 4, 11)と、基体(3, 4, 11)に固着された半導体発光素子(2)と、半導体発光素子(2)を被覆するポリメタロキサン又はセラミックであるコーティング材(10)とを半導体発光装置に設ける。コーティング材(10)は蛍光物質(13)が配合された表面層(10a)と、表面層(10a)の下方に形成され且つ表面層(10a)より蛍光物質(13)の含有量が少ない内部層(10b)とを備えている。略均一な厚さを有する表面層(10a)は半導体発光素子(2)から離間して上方に形成されるので、半導体発光装置(2)の点灯時の色むらを防止することができる。また、紫外線、近紫外線などの波長の短い光が照射されても、ポリメタロキサン又はセラミックから形成されたコーティング材(10)は劣化しない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体と、該基体に固着された半導体発光素子と、該半導体発光素子を被覆するコーティング材とを備えた半導体発光装置において、前記コーティング材は、光透過性を有するポリメタロキサン又はセラミックであり、前記コーティング材は蛍光物質が混入された表面層と、該表面層の下方に形成され且つ前記蛍光物質が混入されていないか又は前記表面層より前記蛍光物質の含有量が少ない内部層とを備えたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 2】 前記コーティング材は、メタロキサン (metalloxane) 結合を主体として形成されたガラスである請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 3】 前記コーティング材は、シロキサン (siloxane) 結合を主体として形成されたゲル状のコーティング材である請求項 1 又は 2 に記載の半導体発光装置。

【請求項 4】 前記コーティング材は、金属アルコキシドから形成されたポリメタロキサンから成る請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 5】 前記コーティング材は、金属アルコキシドにゾルゲル法を施して形成されたポリメタロキサンから成る請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 6】 前記コーティング材は、金属アルコキシド又は金属アルコキシドを含有する溶液をゾルゲル法により加水分解重合して形成されたポリメタロキサンから成る請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 7】 前記金属アルコキシドは、単一金属アルコキシド、二金属アルコキシド又は多金属アルコキシドから選択された 1 種又は 2 種以上である請求項 5 又は 6 に記載の半導体発光装置。

【請求項 8】 前記コーティング材は、セラミック前駆体から形成されたセラミックから成る請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 9】 前記セラミック前駆体は、ポリシラゼンである請求項 8 に記載の半導体発光装置。

【請求項 10】 前記コーティング材は、セラミック前駆体に熱処理を施して形成されたセラミックから成る請求項 1～3、8 又は 9 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 11】 前記コーティング材は、前記半導体発光素子の少なくとも上面を被覆する請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 12】 前記コーティング材の前記内部層は、前記半導体発光素子の下面を除く全面を被覆し、前記表面層は前記内部層を介して前記半導体発光素子を被覆する請求項 11 に記載の半導体発光装置。

【請求項 13】 前記コーティング材が充

填された凹部を有する請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 14】 前記基体は絶縁性基板である請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 15】 前記基体はリードフレームである請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 16】 前記半導体発光素子は、365nm～550nm の光波長で発光する請求項 1～15 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 17】 前記半導体発光素子は、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子から成る請求項 16 に記載の半導体発光装置。

【請求項 18】 前記半導体発光素子は、ポリメタロキサン又はセラミックから形成された接着剤を介して前記基体に固着された請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 19】 前記接着剤と前記コーティング材とは同一の材料で形成された請求項 18 に記載の半導体発光装置。

【請求項 20】 前記蛍光物質は、前記半導体発光素子から照射された光の少なくとも一部を吸収し、これよりも長い波長の光を放出する請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 21】 前記コーティング材の外部には、前記半導体発光素子から照射された光と前記蛍光物質により波長変換された光とが混合されて放出される請求項 20 に記載の半導体発光装置。

【請求項 22】 前記コーティング材は、被覆体により被覆された請求項 1～21 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 23】 前記被覆体は、光散乱材又は結合材が混入された樹脂により形成された請求項 22 に記載の半導体発光装置。

【請求項 24】 前記半導体発光素子から照射された光は、前記コーティング材を透過して前記被覆体の外部に放出される請求項 23 に記載の半導体発光装置。

【請求項 25】 前記被覆体は前記凹部に嵌合し、前記コーティング材は前記凹部の底面と前記被覆体の間に形成された請求項 23 又は 24 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 26】 前記コーティング材は、前記表面層と前記内部層とに間に光散乱材を含有する中間層を有する請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 27】 前記基体を構成する絶縁性基板の一方の主面に凹部が形成され、該凹部の底面前記半導体発光素子が固着され、前記半導体発光素子の一方の電極は、前記絶縁性基板の一方の主面に形成された一対の外部端子に電気的に接続された請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 28】 前記基体を構成するリードフレーム

は、一对の外部端子を有し、該外部端子の一方には凹部が形成され、該凹部の底面に前記半導体発光素子が固着され、前記半導体発光素子の一对の電極は、前記一对の外部端子に電気的に接続された請求項1に記載の半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光素子からの発光を蛍光物質によって波長変換させて装置外部に取り出す半導体発光装置に関し、詳細には色むらを良好に防止できる半導体発光装置に属する。

【0002】

【従来の技術】例えば、GaN（窒化ガリウム）系化合物半導体等の発光素子を被覆するコーティング層（保護樹脂）の中に蛍光物質を混入すると、発光素子から放射される光の波長が蛍光物質によって変換され、異なる波長の光を外部に取り出す半導体発光装置は公知である。

【0003】図9は、発光ダイオードチップから照射される光の波長を蛍光物質(13)によって変換する従来の発光ダイオード装置の断面図を示す。図9に示す発光ダイオード装置(1)では、一方の端部側に凹部（皿形状の電極）(3a)及び第一のワイヤ接続部(9a)が形成されたカソード側リードとしての第一の外部端子(3)と、一方の端部側に第二のワイヤ接続部(9b)が形成されたアノード側リードとしての第二の外部端子(4)と、図示しない接着剤により凹部(3a)の底面(3b)に固着された発光ダイオードチップ(2)と、第一及び第二のワイヤ接続部(9a、9b)と発光ダイオードチップ(2)との間に接続された第一及び第二のリード細線(5、6)とを備えている。発光ダイオードチップ(2)のカソード電極(2g)は第一のリード細線(5)によりカソード側の外部端子(3)の上端部(9a)に接続される。また、発光ダイオードチップ(2)のアノード電極(2f)はリード細線(6)により外部端子(4)の上端部(9b)に接続される。凹部(3a)に固着された発光ダイオードチップ(2)は、凹部(3a)内に充填され且つ蛍光物質(13)が混入された光透過性の保護樹脂(7)により被覆される。発光ダイオードチップ(2)、カソード側の外部端子(3)の凹部(3a)及び上端部(9a)、アノード側の外部端子(4)の上端部(9b)、リード細線(5、6)は、更に光透過性の封止樹脂(8)内に封入される。

【0004】発光ダイオード装置(1)の第一の外部端子(3)と第二の外部端子(4)との間に電圧を印加し、発光ダイオードチップ(2)に通電すると、発光ダイオードチップ(2)から照射される光は、保護樹脂(7)内を通り外部端子(3)の凹部(3a)の側壁(3c)で反射した後に、透明な封止樹脂(8)を通り発光ダイオード装置(1)の外部に放出される。また、発光ダイオードチップ(2)の上面から放射されて凹部(3a)の側壁(3c)で反射されずに直接に保護樹脂(7)及び封止樹脂(8)を通して発光ダイオード装置(1)の外部に放出される光もある。封止樹脂(8)の先端には

10

20

30

40

レンズ部(8a)が形成され、封止樹脂(8)内を通過する光は、レンズ部(8a)によって集光されて指向性が高められる。発光ダイオードチップ(2)の発光時に、発光ダイオードチップ(2)から照射される光は保護樹脂(7)内に混入された蛍光物質(13)によって異なる波長に変換されて放出されるので、発光ダイオードチップ(2)から照射された光とは異なる波長の光が発光ダイオード装置(1)から放出される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図9に示すように、YG光体等の蛍光物質(13)の比重は例えば4.8〜4.9程度で比較的大きいため、保護樹脂(7)等に混入されるこの種の蛍光物質(13)は自重により保護樹脂(7)の下側に沈降する。保護樹脂(7)中で沈降する蛍光物質(13)は、半導体発光素子(2)を固着する凹部(3a)の底面(3b)と半導体発光素子(2)の上面に集中的に堆積するため、半導体発光素子(2)の上面と側面の下側は蛍光物質(13)によって比較的厚く被覆され、半導体発光素子(2)から放出された光が蛍光物質(13)によって十分に波長変換されて外部に導出される。一方、半導体発光素子(2)の側面の上部は蛍光物質(13)によってほとんど被覆されないか又は極めて薄く被覆されるに過ぎないため、半導体発光素子(2)から放出された光は蛍光物質(13)によって十分に波長変換されずに外部に放出される。

【0006】図11は、発光素子としてGaGaN（窒化ガリウム）系青色発光ダイオード素子(2)を使用し、蛍光物質(13)としてYAG光体を使用して白色光を発生する半導体発光装置（白色発光ダイオード）の色むらを模式的に示す。図示のように、半導体発光素子(2)の上面及び側面下方から導入された光は蛍光物質(13)によって十分に波長変換されて白色又は黄色に近い色に観測されるが、その中間から導出される光は蛍光物質(13)による波長変換が不十分で青色のように観測される。このため、上方からみると、白色又は黄色気味の中央と外周部の中間に青色気味のリング状の光が発生する色むらが観察される。色むらが発生すると、半導体発光素子(2)の発光特性が低下する原因となる。

【0007】図12に示すように、保護樹脂(7)中に均一に蛍光物質(13)が分散しても、半導体発光素子(2)の上面側は蛍光物質(13)を含む保護樹脂(7)によって相対的に薄く被覆されるため、波長変換される割合が比較的に少ないが、半導体発光素子(2)の側面側は蛍光物質(13)を含む保護樹脂(7)によって相対的に厚く被覆され、波長変換される割合が比較的多いため、やはり色むらが発生する。本発明は、色むらの発生を抑制できる半導体発光装置及びその製法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体発光装置は、基体(3、4、11)と、基体(3、4、11)に固着された半導体発光素子(2)と、半導体発光素子(2)を被覆する

コーティング材(10)とを備えている。コーティング材(10)は、金属アルコキシド又はセラミック前駆体ポリマー等によって形成されたポリメタロキサン又はセラミックである。コーティング材(10)は蛍光物質(13)が配合された表面層(10a)と、表面層(10a)の下方に形成され且つ蛍光物質(13)を含有しにくい又は表面層(10a)より蛍光物質(13)の含有量が少ない内部層(10b)とを備えている。略均一な厚さを有する表面層(10a)は半導体発光素子(2)から離間して上方に形成されるので、半導体発光装置(2)の点灯時の色むらを防止することができる。また、有機樹脂と異なり、紫外線、近赤外線などの波長の短い光が照射されても、ポリメタロキサン又はセラミックから形成されたコーティング材(10)は劣化しない。

【0009】本発明の実施の形態では、コーティング材(10)は高純度のガラス状であるため、礬素や酸化鉛等を含む低融点ガラス等と比べて極めて不純物が少なく、半導体発光素子(2)の特性に悪影響を及ぼさない。また、コーティング材(10)は耐熱性の高いガラス状であるため、黄変等による光透過性の低下を生じない。基体(3, 4, 11)に半導体発光素子(2)を固着し、金属アルコキシドより得られたポリメタロキサン・ゾル又はセラミック前駆体を塗布した後、乾燥及び熱処理を施してコーティング材(10)が形成され、表面層(10a)はコーティング材(10)の上部に半導体発光素子(2)から離間して形成される。コーティング材(10)は、金属アルコキシドのゾル・ゲル法又はセラミック前駆体の熱処理により形成されるので、低温でガラス化して透明な非晶質金属酸化物を得ることができる。

【0010】ゾル・ゲル法では、有機金属化合物の一種である金属アルコキシドを出発物質とし、その溶液を加水分解、縮重合させゾルを形成した後、空気中の水分などによって更に反応を進めてゲル化させ、固体の金属酸化物が得られる。例えば、シリカガラス膜の形成過程では、珪素の金属アルコキシドであるテトラエトキシラン(Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>)を用いる場合、テトラエトキシランをアルコール等の溶媒に溶解し、酸などの触媒と少量の水を加えて十分に混合することにより下記の反応式に従い液状のポリシロキサン・ゾルが形成される。  
加水分解反応:  $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si}(\text{OH})_4 + 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   
脱水縮合反応:  $n\text{Si}(\text{OH})_4 \rightarrow [\text{SiO}_2]_n + 2n\text{H}_2\text{O}$

【0011】ポリシロキサン・ゾルは、上記の反応によって生成されたSiO<sub>2</sub>(シリカ)が何重にも結合してポリマーを構成し、この微粒子がアルコール溶液中に分散する状態である。このポリシロキサン・ゾルを基体(3, 4, 11)に塗布して乾燥させると、溶媒や反応によって生じたエチルアルコール(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)と水の蒸発に伴いゾルの体積が収縮し、その結果、隣り合うポリマー末端の残留OH基同士が脱水縮合反応を起こして結合し、塗膜はゲル(固化体)となる。更に、得られたゲル被膜を焼成して、ポリシロキサン粒子同士の結合を強化すると高強度

のゲル被膜を得ることができる。

【0012】表面層(10a)は、コーティング材(10)の上面側に蛍光物質(13)を含む層として形成される。半導体発光素子(2)は、ポリメタロキサン又はセラミックから形成された接着材(12)を介して基体(3, 4, 11)に固着される。半導体発光素子(2)は、365nm〜550nmの光波長で発光する。蛍光物質(13)は半導体発光素子(2)からの光の一部を吸収し、より長い波長の光を照射する。基体(3, 4, 11)は、第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)を備え、半導体発光素子(2)は、第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)に電気的に接続された電極(2f, 2g)を備えている。半導体発光素子(2)から照射される光に対して光透過性を有するコーティング材(10)は、半導体発光素子(2)及び第一の外部端子(3)の端部を被覆する。

【0013】第一の外部端子(3)又は第二の外部端子(4)の一方の端部に凹部(3a)が形成され、半導体発光素子(2)はコーティング材(10)と共に凹部(3a)の底部(3b)に固着される。金属アルコキシドは単一金属アルコキシド、二金属アルコキシド又は多金属アルコキシドから選択された1種又は2種以上である。セラミック前駆体ポリマーは例えばペルヒドロポリシラザンである。コーティング材(10)は、金属アルコキシド又はセラミック前駆体ポリマーを半導体発光素子(2)の融点よりも低い温度で焼成して形成される。コーティング材(10)は、メタロキサン(metaloxane)結合を主体とする透明な固形ガラス層である。金属アルコキシドは、一般式: M(OR)<sub>n</sub>で表され、Mは珪素(Si)、アルミニウム(Al)又はジルコニウム(Zr)又はチタン(Ti)から成る群から選ばれた少なくとも一種の金属、Rは同種又は異種の炭素数1〜22の飽和又は不飽和脂肪族炭化水素基、nは金属の原子価に相当する数をいう。

【0014】半導体発光素子(2)の上面に形成された電極(2f, 2g)は、第一のリード細線(5)及び第二のリード細線(6)によって第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)に電気的に接続される。半導体発光素子(2)、電極(2f, 2g)及び電極(2f, 2g)に接続された第一のリード細線(5)及び第二のリード細線(6)の端部はコーティング材(10)により被覆され、コーティング材(10)は半導体発光素子(2)に接続された第一のリード細線(5)及び第二のリード細線(6)の端部に強固に密着する。

【0015】基体(3, 4, 11)を構成する絶縁性基板(11)の一方の主面に凹部(3a)が形成され、絶縁性基板(11)の一方の主面に沿って互いに反対方向に延びる第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)が形成され、凹部(3a)の底部(3b)にて第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)の一方に半導体発光素子(2)が固着される。第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)は絶縁性基板(11)の一方の主面に側面に沿って他方の主面に延びる。

【0016】コーティング材(10)を凹部(3a)の上端部か

ら突出しないようにすれば、隣接した半導体発光装置同士の偽光の発生を防止することができる。被覆体(18)は樹脂から成り、半導体発光素子(2)から照射される光は、コーティング材(10)内を通過した後、被覆体(18)の外部に放出される。半導体発光素子(2)から放射された光成分はガラス層に達し、コーティング材(10)内で異なる波長に波長変換された光と、波長変換されない半導体発光素子(2)からの光成分とが混合して被覆体(18)を通して外部に放出される。特定の発光波長を吸収する光吸収物質、半導体発光素子(2)の発光を散乱する光散乱材又はコーティング材(10)のクラックを防止する結合材がガラス層内に配合される。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、Ga<sub>N</sub>(窒化ガリウム)系の発光ダイオード装置に適用した本発明による半導体発光装置の実施の形態を図1〜図8について説明する。図1〜図8では、図9〜図12に示す箇所と同一の部分には同一の符号を付し説明を省略する。

【0018】図1に示すように、本実施の形態による発光ダイオード装置(20)は、凹部(3a)内に充填され発光ダイオードチップ(2)を被覆するコーティング材(10)と、コーティング材(10)の外側を被覆する被覆体(18)とを備えている。第一の外部端子(3)と第二の外部端子(4)は周知のリードフレームから基体として構成され、凹部(3a)は第一の外部端子(3)を長さ方向に押し潰して形成される。

【0019】発光ダイオードチップ(2)は365nm〜550nmの波長で発光させることのできる窒化ガリウム系化合物半導体から成り、本実施例では約440nm〜470nmの波長の光を発するGa<sub>N</sub>系青色発光ダイオードを使用する。図2に示すように、窒化ガリウム系半導体は、周知のエピタキシャル成長方法等でサファイア等より成る絶縁性基板(2a)上に形成されたIn<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub>N(但し、0<X≤1)で表される。図2に示す実施の形態では、発光ダイオードチップ(2)は、例えば、周知のエピタキシャル成長方法によってサファイアの絶縁性基板(2a)上にGa<sub>N</sub>から成る窒化ガリウム系半導体によってバッファ層(2b)が形成され、Ga<sub>N</sub>から成る窒化ガリウム系半導体によってバッファ層(2b)の上にn形半導体領域(2c)が形成される。エピタキシャル成長方法によってn形半導体領域(2c)上に、例えば、InGa<sub>N</sub>から成る窒化ガリウム系半導体によって活性層(2d)が形成される。活性層(2d)上に形成される半導体基体(2e)は、例えば、Ga<sub>N</sub>から成るp形半導体領域を備えた窒化ガリウム系半導体である。半導体基体(2e)上に形成されたアノード電極(2f)は半導体基体(2e)の上面に露出するp形半導体領域に電気的に接続される。p形半導体領域を備えた半導体基体(2e)と活性層(2d)の一部には、n形半導体領域(2c)が露出する切欠部(2h)が形成される。n形半導体領域(2c)上に形成されたカソード電極(2g)は、n形半導体領域(2c)に電気

的に接続される。

【0020】発光ダイオード装置(20)では、発光ダイオードチップ(2)の下面は、無機材料を含有する接着性樹脂、ボリメタロキサン又はセラミックから成る接着剤(12)を介して凹部(3a)の底面に固着される。接着性樹脂は、例えばエポキシ樹脂又はシリコーン樹脂が好適である。接着性樹脂に混合する無機材料は、銀、アルミニウム、酸化チタン、シリカ等が好ましい。更に、ボリメタロキサン又はセラミックから成る接着剤を使用すれば、発光ダイオードチップ(2)から放出される短波長の光の照射による接着性樹脂の劣化、変色及び劣化変色に伴う光吸収を防止できる。接着剤の変色及び光吸収を防止できる本実施の形態の発光ダイオード装置(20)は発光ダイオードチップ(2)のコーティング材との機能と相俟って発光輝度を向上することができる。

【0021】凹部(3a)の深さは、発光ダイオードチップ(2)の高さよりも大きく、凹部(3a)の底面に固着された発光ダイオードチップ(2)の上面は凹部(3a)の主面よりも内側に位置する。このため、発光ダイオード装置(20)では、凹部(3a)の内側に十分な量のコーティング材(10)を形成することができる。

【0022】発光ダイオードチップ(2)のアノード電極(2f)は、第一のリード細線(5)により第一の外部端子(3)に形成された第一のワイヤ接続部(9a)に電気的に接続される。発光ダイオードチップ(2)のカソード電極(2g)は、第二のリード細線(6)により第二の外部端子(4)に形成された第二のワイヤ接続部(9b)に電気的に接続される。従って、第一の外部端子(3)はアノード電極として機能し、第二の外部端子(4)はカソード電極として機能する。第一のリード細線(5)と第二のリード細線(6)の接続は周知のワイヤボンディング方法によって容易に行うことができる。

【0023】凹部(3a)の内側に配置されたコーティング材(10)によって発光ダイオードチップ(2)の上面及び側面が被覆される。コーティング材(10)は金属アルコキシドをゾルゲル法により加水分解重合して成る溶液又はセラミック前駆体ポリマーを含有する溶液又はこれらの組み合わせを出発原料とするコーティング材形成溶液から成る。これらのコーティング材形成溶液は、耐紫外線特性に優れた高温環境下又は紫外線下でも実質的に黄変・着色を生じない。このため、コーティング材(10)は、発光ダイオードチップ(2)から生ずる短波長の光が比較的長時間照射され温度上昇が生じても、発光ダイオードチップ(2)からの発光を減衰させる黄変・着色が発生しない。従来の発光ダイオード装置(1)の樹脂封止と同様に、被覆体(18)は耐紫外線特性にあまり優れていないエポキシ系樹脂から成るが、発光ダイオードチップ(2)と被覆体(18)との間に介在する耐紫外線特性に優れたコーティング材(10)によって、紫外線による被覆体(18)の黄変・着色も良好に防止される。被覆体(18)の上部には発

光ダイオードチップ(2)から照射され又は凹部(3a)の表面で反射した光を集光するレンズ部(18a)が形成される。

【0024】コーティング材(10)を構成するコーティング材形成溶液は、通常は液状であるが、空气中又は酸素雰囲気中で加熱すると成分の分解又は酸素の吸収により金属酸化物のメタロキサン(metaloxane)結合を主体とする透明なコーティング材を生成する。これらのコーティング材形成溶液に蛍光物質(13)の粉末を混合して半導体発光素子(2)の周囲に塗布すれば、光変換作用を発揮する蛍光物質(13)を含有するコーティング材(10)を形成することができる。

【0025】図1及び図3に示すように、本実施例の青色発光ダイオード素子を有する半導体発光装置(20)では、凹部(3a)内に蛍光物質(13)の混入されたコーティング材を形成する点では従来の半導体発光装置(1)と同様であるが、コーティング材(10)の材質及び蛍光物質(13)がコーティング材(10)内に均一に分散されず、コーティング材(10)の上部に形成される表面層(10a)内に濃密に配合される点において従来の半導体発光装置(1)と異なる。表面層(10a)の上面は、凹部(3a)の上面即ち第一及び第二のワイヤ接続部(9a, 9b)の上面とほぼ同一平面又はこれよりも低く形成される。表面層(10a)の下方のコーティング材(10)には殆ど蛍光材料(13)を含まない又は表面層(10a)に比べて少量の蛍光材料(13)を含む内部層(10b)が形成される。表面層(10a)と内部層(10b)は上下に相互に隣接して形成され、表面層(10a)は発光ダイオードチップ(2)の上面から離間した位置において、凹部(3a)を塞ぐように形成される。この結果、発光ダイオードチップ(2)の内部層(10b)中に配置され、発光ダイオードチップ(2)の上面と表面層(10a)との間には内部層(10b)の一部が介在する。

【0026】図1に示す半導体発光装置(20)を製造する際に、一对の外部端子(3, 4)の一方の端部に凹部(3a)を形成した後、凹部(3a)の底部(3b)に半導体発光素子(2)を固着する。次に、半導体発光素子(2)の上面に形成された電極(2a, 2b)と一对の外部端子(3, 4)とをリード細線(5, 6)により電気的に接続して、図4に示すリードフレーム組立体(30)を用意する。リードフレーム組立体(30)は一对の外部端子(3, 4)の第一及び第二のワイヤ接続部(9a, 9b)、発光ダイオードチップ(2)、第一及び第二のリード細線(5, 6)を備え、一对の外部端子(3, 4)は図示しない連結糸によって連結される。その後、金属アルコキシド又はセラミック前駆体ポリマーから成るコーティング材形成溶液を凹部(3a)内に注入して、半導体発光素子(2)、電極(2a, 2b)及び電極(2a, 2b)に接続されたリード細線(5, 6)の端部を被覆する。このコーティング材形成溶液は、半導体発光素子(2)から照射される光を吸収して他の発光波長に変換する蛍光物質(13)を含む。コーティング材形成溶液の供給について更に詳述する

と、まず、例えばスポイト形状の塗布器(31)によって発光ダイオードチップ(2)の上部より凹部(3a)にコーティング材形成溶液を適量供給する。このとき、蛍光物質(13)が塗布器(31)のシリンジ(32)内で沈降してコーティング材形成溶液中の蛍光体分布の均一性が損なわれないように、シリンジ(32)内で溶液を攪拌しながら凹部(3a)に提供することが望ましい。半導体発光素子(2)等を被覆するように、コーティング材形成溶液は、凹部(3a)のほぼ全体に充填される。次に、図6に示すように、リードフレーム組立体(30)を凹部(3a)の開口側を下側に向け凹部(3a)内にガラス混合物が充填されたリードフレーム組立体(30)を逆さまにした状態で室温にて数時間放置し、コーティング材形成溶液に含まれる溶剤を揮発させてコーティング材形成溶液を乾燥させると共に、溶液中含有される蛍光物質(13)を自重によって下側、即ち凹部(3a)の開口側に沈降させる。コーティング材形成溶液は蛍光物質(13)の濃度の高い高濃度領域と、蛍光物質(13)の濃度の低い低濃度領域とに区分される。次に、図6に示すように、リードフレーム組立体(30)を逆さまに配置した状態で、ガラス混合物に約150℃の熱処理を施してコーティング材形成溶液を焼成してコーティング材(10)を固化形成するので、コーティング材(10)は、半導体発光素子(2)及び外部端子(3, 4)と強固に密着する。コーティング材(10)の焼成温度は発光ダイオードチップ(2)の融点よりも十分に低い。これにより、高濃度領域は表面層(10a)に変換され、低濃度領域は内部層(10b)に変換される。外部端子(3, 4)の端部全体及びコーティング材(10)を更に透明な封止樹脂による被覆体(18)により封止する。

【0027】なお、焼成工程に設定した比較的低温度の初期段階を乾燥工程とする温度ステップを焼成工程に設けこもできる。この場合、焼成工程の初期の段階で、コーティング材形成溶液の溶剤を揮発させると共にコーティング材形成溶液に蛍光体濃度の高い第一の領域と蛍光体濃度の低い第二の領域とを設けることができる。

【0028】発光ダイオード装置(20)では凹部(3a)に固着された発光ダイオードチップ(2)が、保護膜として蛍光物質(13)を含有するコーティング材(10)により被覆され、更に周知のポッティング方法やトランスファメロッド方法によって形成されるエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂から成る被覆体(18)により被覆される。被覆体(18)には蛍光物質(13)は混入されない。被覆体(18)は、例えば液状で透明なエポキシ樹脂を成形型に注入した後に発光ダイオードチップ(2)、リード細線(5, 6)、コーティング材(10)を固着した外部端子(3, 4)の端部をこのエポキシ樹脂中に浸漬し且つ位置決め治具によりエポキシ樹脂中の所定の位置に固定し、エポキシ樹脂を加熱して硬化して得られる。発光ダイオード装置(20)から外部に放出される光の指向角を広げるため、必要に応じて粉末シリカ等の散乱材を被覆体(18)に混合させてもよい。被覆体

(18)は外部端子(3, 4)の一端側、発光ダイオード素子(2)、リード細線(5, 6)及びコーティング材(10)を被覆して、図1に示す半導体発光装置を完成する。

【0002】発光ダイオード装置(20)の外部端子(3, 4)間に電圧を印加して発光ダイオードチップ(2)に通電して発光ダイオードチップ(2)を発光させると、表面層(10a)内の蛍光物質(13)によって少なくとも一部がその発光波長と異なる他の波長に変換された後、被覆体(18)の先端部に形成されたレンズ部(18a)によって集光されて発光ダイオード装置(20)の外部に放出される。例えば、半導体発光素子には発光波長のピークが約440nmから約470nmのGa<sub>x</sub>系(青色)の発光ダイオードチップ(2)を用い、蛍光物質(13)には付活剤としてCe(セリウム)を添加したYAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット、化学式Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>、励起波長のピーク約450nm、発光波長のピーク約540nmの黄緑色光)を用いる。コーティング材(10)は、YAG蛍光物質(13)の粉末状微細結晶粒をコーティング材形成溶液に適量混合して成る混合液を作成し、凹部(3a)の上端部(3d)から突出しない量で凹部(3a)内にこの混合液を注入した後に焼成して得られる。

【0003】本実施の形態では、YAG蛍光物質(13)の波長変換効率の最大値が比較的高く、発光ダイオードチップ(2)の発光波長とYAG蛍光物質(13)の励起波長とが約450nmのピークではほぼ一致するため、実効波長変換効率の高い明るい発光ダイオード装置(20)が得られる。また、YAG蛍光物質(13)の結晶粒がコーティング材(10)の表面側に分散しているので、発光ダイオード装置(20)から外部に放出される光は、蛍光物質(13)で波長変換された光成分以外に蛍光物質(13)の結晶粒を透過せず波長変換されない本来の発光成分即ち発光ダイオードチップ(2)から照射された光成分も含まれる。

【00031】従って、発光波長ピーク約440nm〜約470nmの青色光である発光ダイオードチップ(2)の発光成分と、半値幅約130nmの幅広い波長分布を持った発光波長ピーク約540nmの黄緑色光であるYAG蛍光物質(13)の発光成分とが混合された白色光が発光ダイオード装置(20)から外部に放出される。この場合、コーティング材形成溶液に混合するYAG蛍光物質(13)の粉末の量を調整し、コーティング材(10)内の分布濃度を変更することにより発光ダイオード装置(20)の発光色の色調を調整することができる。また、YAG蛍光物質(13)の製造時に適当な添加物を適量添加して結晶構造の一部変更して発光波長分布をシフトすると、発光ダイオード装置(20)の発光色を更に異なる色調に調整することができる。例えばGa(ガリウム)又はLu(ルテチウム)を添加して短波長側にシフトし、Gd(ガドリニウム)を添加して長波長側にシフトすることができる。

【00032】ディップ法によってコーティング材(10)を形成することもできる。まず、ディスプレイ塗布法と同

様に、コーティング層及び樹脂封止体の形成されていない図4に示すリードフレーム組立体(30)を用意する。次に、コーティング材形成溶液を収容するディップ槽(40)を用意して、図7に示すように、ディップ槽(40)の中にリードフレーム組立体(30)を浸漬させて凹部(3a)の中にコーティング材形成溶液を充填する。このとき、リードフレーム組立体(30)をディップ槽(40)の溶液に対して斜めに浸漬させて凹部(3a)で溶液をすくえば、凹部(3a)の中に溶液を容易に充填することができる。次に、ディスプレイ塗布法と同様に、リードフレーム組立体(30)を凹部(3a)の開口側を下に向けて配置した状態で室温にて数時間放置し、溶液を乾燥させる。これにより、ディスプレイ塗布法と同様に蛍光物質(13)を下側に沈降させて、蛍光物質(13)の高濃度領域と低濃度領域とを設ける。その後、コーティング材形成溶液に熱処理を施して焼成し、表面層(10a)と内部層(10b)とから構成されるコーティング材(10)を形成する。最後に、トランスファモールド法によって被覆体(18)を形成して図1の半導体発光装置(20)が完成する。ディップ法では、多数の凹部(3a)にガラス混合物を同時に供給できるため、ディスプレイ塗布法に比べて生産性に優れる利点がある。

【00033】本発明では更に光学的特性や作業性を向上するため、種々の改善も可能である。例えば、コーティング材(10)内に表面層(10a)と内部層(10b)との間に散乱材を多く混入させた層を形成して発光ダイオードチップ(2)の光を散乱させてもよい。この場合、蛍光物質(13)に当たる発光ダイオードチップ(2)の光量が増加し、波長変換効率を向上すると共に、発光ダイオード装置(20)から外部に放出される光の指向角を広げることができる。コーティング材(10)のクラックを防止する結合材を配合することもできる。コーティング材形成溶液の粘度を高くすることもできる。形成されたコーティング材(10)は、光変換作用のみならず、下記の特性を備えている。

【00034】[1] 蛍光物質(13)を含む表面層(10a)が凹部(3a)の開口面の全体にわたって略均一な厚みで、半導体発光素子(2)から離開して形成されるので、色むらが発生せず均一な色合いが得られ、良好な発光特性が得られる。

[2] 半導体発光素子(2)の発する光と熱によって特性が劣化しやすい保護膜が、耐紫外線特性・耐熱性に優れたコーティング材(10)から成るので、コーティング材(10)の黄変着色を防止できる。

[3] コーティング材(10)により被覆体(18)の黄変・着色を防止できる。

[4] 比較的低価な材料を使用してトランスファモールド法により樹脂封止が可能となり、製造コストの低減を実現できる。

[5] ハーメチックシール構造の発光装置に比較して、安価な短波長の半導体発光装置を実現できる。

[6] 十分実用に適する短波長の半導体発光装置(20)を実現できる。

[7] コーティング材(10)による光減衰は比較的小さい。

[8] 発光ダイオードチップ(2)とコーティング材(10)との屈折率の差は比較的小さいのでハメチックシール構造を採用した場合に比べて発光ダイオードチップ(2)の界面での反射を減少でき、光取出効率の良好な半導体発光装置(20)が得られる。

[9] 発光ダイオードチップ(2)から放射される光の発光効率を向上できる。

[10] 耐湿性に優れ、内部に水分を浸透させず、半導体発光素子(2)及び蛍光物質(13)を劣化させない。

[11] 有害イオンの浸透を防ぐイオンバリア効果が高いため、半導体発光装置(20)の外部や蛍光物質(13)からの有害イオンで半導体発光素子(2)を劣化させない。

[12] コーティング材(10)と被覆体(18)によって発光ダイオードチップ(2)を二重に被覆するので、発光ダイオード装置(20)の耐環境性が向上する。

[13] 紫外線耐性及び耐熱性に優れ、高温環境下又は紫外線発光下でも黄変・着色を起こさず、半導体発光素子(2)の発光を減衰させない。

[14] コーティング材中の金属原子が金属又はセラミックスの表面酸化層の酸素原子と強固に結合するので、半導体発光素子(2)、外部端子(3, 4)又は酸化物系無機蛍光物質(13)との密着性がよい。

【0035】このように、コーティング材(10)を使用することにより従来の半導体発光装置(1)の種々の弱点を克服でき、安価で信頼性の高い、蛍光物質(13)による波長変換機能を有する半導体発光装置を得ることができる。また、金属アルコキシド又はセラミック前駆体ポリマーから成るコーティング材形成溶液は、凹部(3a)内に注入して、発光ダイオードチップ(2)の融点よりも低い150℃前後の温度で焼成可能であり、低温領域でのコーティング材の形成が可能である。従って、コーティング材(10)は、液状の溶液を発光ダイオードチップ(2)の固着された凹部(3a)に滴下等により供給した後、焼成等の熱処理を施してコーティング材(10)を容易に形成することができる。コーティング材(10)の焼成温度は発光ダイオードチップ(2)の融点よりも十分に低い。

【0036】凹部(3a)内に充填されたコーティング材(10)は、発光ダイオードチップ(2)の周囲と第一のリード細線(5)及び第二のリード細線(6)の発光ダイオードチップ(2)との接続部分を被覆する。このとき、発光ダイオードチップ(2)の上面が凹部(3a)の上面より内側に配置されるため、発光ダイオードチップ(2)を十分な厚さのコーティング材(10)で封止することができる。コーティング材(10)中の金属原子が金属又はセラミックスの表面酸化層の酸素原子と強固に結合するので、コーティング材(10)は発光ダイオードチップ(2)、第一の外部端子(3)

及び第二の外部端子(4)との密着性がよい。

【0037】被覆体(18)は、エポキシ系樹脂などから成る光透過性を有する樹脂封止体であり、周知のポッティング方法やトランスファモールド方法等によって容易に形成することができる。被覆体(18)は発光ダイオードチップ(2)から発生する短波長の光によって黄変・着色の生じる虞のあるエポキシ系樹脂などから成るが、発光ダイオードチップ(2)との界面には短波長の光によって黄変・着色が生じ難いコーティング材(10)が介在するため、被覆体(18)の黄変・着色は実質的に生じない。従って、コーティング材(10)を介して発せられた光を被覆体(18)を通じてほぼ減衰させずに被覆体(18)の外部に導出させることができる。

【0038】図8は、絶縁性基板を使用するチップ形発光ダイオード装置(20)に適用した本発明による第2の実施の形態を示す。チップ形発光ダイオード装置(20)は、一方の主面に凹部(3a)が形成された基体となる絶縁性基板(11)と、絶縁性基板(11)に相互に離間して形成された第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)と、第一の外部端子(3)の凹部(3a)に接着剤(12)を介して固着された発光ダイオードチップ(2)と、発光ダイオードチップ(2)のアノード電極(2f)と第一の外部端子(3)とを電気的に接続する第一のリード細線(5)と、発光ダイオードチップ(2)のカソード電極(2g)と第二の外部端子(4)とを電気的に接続する第二のリード細線(6)と、凹部(3a)内に充填され発光ダイオードチップ(2)、アノード電極(2f)、カソード電極(2g)及びアノード電極(2f)、カソード電極(2g)に接続されたリード細線(5, 6)の端部を被覆するコーティング材(10)と、絶縁性基板(11)の一方の主面に形成され且つコーティング材(10)の外側を被覆する台形状断面の被覆体(18)とを備えている。第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)の一方の端部は、凹部(3a)内に配置される。発光ダイオードチップ(2)は凹部(3a)の底部(3b)にて第一の外部端子(3)に接着剤(12)を介して固着される。第一の外部端子(3)及び第二の外部端子(4)の各他方の端部は、絶縁性基板(11)の側面及び他方の主面に延びて配置される。コーティング材(10)の上部には蛍光物質(13)が配合された表面層(10a)が形成される。コーティング材(10)は凹部(3a)の上端部(3d)から突出しない。コーティング材(10)は更に被覆体(8)により封止され、半導体発光素子(2)から照射される光は、コーティング材(10)内を通過した後、被覆体(8)の外部に放出される。

【0039】半導体発光素子(2)から放射された光はコーティング材(10)に達し、その一部はコーティング材(10)の表面層(10a)内で異なる波長に波長変換され、波長変換されない半導体発光素子(2)からの光成分と混合して被覆体(8)を通して外部に放出される。特定の発光波長を吸収する光吸収物質、半導体発光素子(2)の発光を散乱する光散乱材又はコーティング材(10)のクラックを



防止する結合材をコーティング材(10)内に配合してもよい。図8の発光ダイオード装置(20)でも、発光ダイオードチップ(2)と被覆体(18)との間に介する耐紫外線特性に優れたコーティング材(10)により、紫外線による被覆体(18)の黄変・着色も良好に防止される。

【0040】絶縁性基板(11)を備えた半導体発光装置(20)を製造する場合は、絶縁性基板(11)の一方の主面に凹部(3a)を形成した後、絶縁性基板(11)の一方の主面に沿って互いに反対方向に延びる一対の外部端子(3、4)を形成し、その後、凹部(3a)の底部(3b)にて一対の外部端子(3、4)の一方に半導体発光素子(2)を固着する。

【0041】絶縁性基板(11)の一方の主面に形成された凹部(3a)に蛍光物質(13)を含有するコーティング材形成溶液を充填し、凹部(3a)の開口を下側に向けて絶縁性基板(11)を配置して蛍光物質(13)を沈降させれば、開口側に蛍光物質(13)の高濃度領域と、凹部(3a)の底面側に蛍光物質(13)の低濃度領域を設けることができる。

【0042】また、本発明では短波長の光で劣化しないコーティング材を用いるので、半導体発光素子(2)に短波長の光を発するGaIn系発光ダイオードチップ(2)も用いることができる。従って、従来の発光ダイオード装置(1)よりも明るく且つ変化に富む色調の発光ダイオード装置(20)を実現することができる。

【0043】発光ダイオードチップ(2)と蛍光物質(13)の前記組合わせは例示に過ぎず、紫外線発光ダイオードチップ(2)の発光波長に適合する励起波長分布を持ち且つ波長変換効率が高めれば、いかなる蛍光物質(13)でも使用できる。例えばハロ磷酸カルシウム系、磷酸カルシウム系、珪酸塩系、アルミン酸塩系、タングステン酸塩系等の蛍光物質(13)から所望の特性を持つ蛍光物質(13)を選択することができる。

【0044】前記の実施の形態では、凹部(3a)の上端部より上方に突出しないようにコーティング材(10)の充填量を調整すれば、隣接して他の発光ダイオード装置(20)を設置しても偽光を発生しない。

【0045】本発明の前記実施の形態は変更が可能である。例えば、サファイア等から成る絶縁性基板の代わりに使用するシリコンカーバイド(SiC)等から成る低抵抗性の半導体基板の上にバッファ層及び活性層を形成した窒化ガリウム系半導体素子を発光ダイオードチップ(2)として用い、半導体発光素子(2)の上面と半導体基板(3、4、11)の下面にそれぞれアノード電極とカソード電極を形成することができる。この場合、発光ダイオードチップ(2)に切欠部(2h)を形成せずに発光ダイオードチップ(2)の縦方向に電流を流すことができる。

## 【0046】

【発明の効果】前記のように、本発明では、蛍光物質を含む表面層が凹部の開口面の全体にわたって略均一な厚みで、半導体発光素子から離間して形成されるので、色むらが発生せず均一な色合いが得られ、良好な発光特性が得られる。また、紫外線耐性・耐熱性に優れたコーティング材により半導体発光素子を被覆するので、有害物質の浸透を防ぎ、紫外線耐性・耐熱性に優れ且つ安価で信頼性の高い半導体発光装置が得られる。従って、湿度、温度又は紫外線等によって被覆体及びコーティング材並びに半導体発光素子に対する劣化が抑制され、半導体発光装置の耐環境性が向上する。また、蛍光物質による発光波長変換機能を有しつつも信頼性が高く安価な半導体発光装置を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 発光ダイオード装置に適用した本発明による半導体発光装置の断面図

【図2】 半導体発光素子の断面図

【図3】 基体の凹部を示す部分拡大断面図

【図4】 リードフレーム組立体の凹部を示す部分拡大断面図

【図5】 ディスペンサ塗布法によりコーティング材を凹部に供給する状態を示す断面図

【図6】 凹部を逆にした状態を示す断面図

【図7】 本発明による第2の実施の形態を示す部分断面図

【図8】 チップ型発光ダイオード装置に適用した本発明による第2の実施の形態を示す断面図

【図9】 従来の発光ダイオード装置の断面図

【図10】 図9に示す凹部の拡大断面図

【図11】 点灯させた従来の発光ダイオード装置の平面図

【図12】 従来の他の発光ダイオード装置の凹部を示す断面図

## 【符号の説明】

(2)・・・半導体発光素子(発光ダイオードチップ)、  
(2a)・・・絶縁性基板、(2f、2g)・・・電極、(3)・・・第一の外部端子、(3a)・・・凹部、(3b)・・・底部、(3c)・・・側壁、(3d)・・・上端部、(4)・・・第二の外部端子、(5)・・・第一のリード細線、(6)・・・第二のリード細線、(8)・・・被覆体(封止樹脂)、(9a)・・・第一のワイヤ接続部、(9b)・・・第二のワイヤ接続部、(10)・・・コーティング材、(10a)・・・表面層、(10b)・・・内部層、(11)・・・絶縁性基板、(13)・・・蛍光物質、  
(20)・・・発光ダイオード装置(発光半導体装置)、



【図 9】

